

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERIA AGROIDUSTRIAL**

Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial

TRABAJO DE TITULACIÓN

“Utilización de aceite residual de cocina producido por los bares de la Universidad Nacional de Chimborazo para la elaboración de jabón líquido”.

AUTOR:

Calderón Villamarin Christopher Alexander

TUTOR:

MgS. Diego Moposita Vásquez

Riobamba – Ecuador

Año 2019

REVISIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal de graduación del proyecto de investigación de título `` Utilización de aceite residual de cocina producido por los bares de la Universidad Nacional de Chimborazo para la elaboración de jabón líquido``, presentado por: Christopher Alexander Calderón Villamarin y dirigido por el MgS. Diego Moposita.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final de investigación con fines de graduación escrito en el cual se ha conestado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Para constancia de lo expuesto firman:



MgS. Ana Mejía

Presidente del Tribunal



Firma

MgS. Diego Moposita Vásquez
Director del Proyecto de Investigación



Firma

Ing. Alexandra Marcatoma

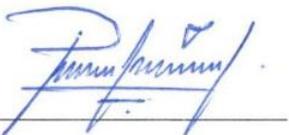
Miembro del Tribunal



Firma

Ing. Paul Ricaurte

Miembro del Tribunal



Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La redacción de este proyecto de investigación, se nos atribuye única y exclusivamente a: Christopher Alexander Calderón Villamarin, y al director del proyecto: MgS. Diego David Moposita Vásquez, incluyendo los gráficos y tablas existentes en esta tesis a excepción de las tablas y gráficos que tienen su propia fuente y patrimonio intelectual del escrito a la Universidad Nacional de Chimborazo.



Christopher Alexander Calderón Villamarin

C.I. 0502807316

Autor del proyecto



MgS. Diego David Moposita Vásquez

C.I.0201972593

Tutor del proyecto de investigación

DEDICATORIA

A mi madre

Por darme siempre su cariño, por enseñarme a tener el corazón en los cielos y los pies bien plantados en la tierra, por enseñarme a ser un buen ser humano y hacer las cosas que me apasionan con entrega y compromiso.

A mi padre

Por enseñarme a defender mis ideales y siempre saber defender lo que quiero, por enseñarme a ser un hombre gentil y honesto a pesar de las dificultades.

A mis amigos

María José Castelo por ser mi mejor amiga en todo proceso de aprendizaje por soportarme y brindarme su amistad, Deysi Muñoz por ser siempre de las personas que superan adversidades y están dispuestos a escuchar un problema, a Damaris Barba por ser siempre una amiga leal y gentil, Mariuxi Ramos por su carácter firme y su sentido del humor en todo momento, a Jhoselin Vivas por siempre sonreír cuando las dificultades son grandes, a Erick Ayavaca por compartir tanta música y ser un amigo leal en todo momento.

A mis profesores

Por impartir su conocimiento y su tiempo, por aquellos profesores que me inspiraron a prepararme mejor y ser más competente.

Christopher Calderón

ÍNDICE

REVISIÓN DEL TRIBUNAL	i
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	ii
DEDICATORIA.....	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS	vi
RESÚMEN	vii
ABSTRACT	viii
INTRODUCCIÓN.....	ix
CAPÍTULO I.....	1
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. JUSTIFICACIÓN	3
1.2. OBJETIVOS	4
1.2.1. Objetivo General.....	4
1.2.2. Objetivos específicos	4
CAPITULO II.....	5
2 MARCO TEORICO	5
2.1. Desechos alimenticios.....	6
2.2. Aceite residual	6
2.3. Aceite vegetal	6
2.4. Composición de los aceites	8
2.5. Ácidos grasos saturados.....	8
2.6. Degradación de los aceites.....	8
2.7. Usos no alimenticios del aceite.....	8
2.8. Jabón líquido.....	9
2.9. Composición del jabón líquido	9
2.10.Jabón líquido con aceite	9
CAPITULO III.....	11
3 METODOLOGÍA.....	11
3.1 Tipo y diseño de la investigación	11

3.2	Unidad de análisis	11
3.3	Diseño de la investigación	11
3.4	Técnicas de recolección de datos	12
3.5	Técnicas de análisis e interpretación de la información	14
4	RESULTADOS Y DISCUCIÒN	15
4.1	RESULTADOS	15
4.2	COMPROBACIÓN DE SUPUESTOS	20
4.2.1.	NORMALIDAD.....	20
1.	Planteamiento de hipótesis.....	20
2.	Nivel de significancia	20
3.	Cálculo del estadístico	20
4.	Deserción de hipotesis	20
5.	Decisión estadística.....	20
4.2.2.	ANALISIS DE VARIANZA NO PARAMÉTRICO	21
1.	Planteamiento de Hipotesis.....	21
2.	Nivel de significancia	21
3.	Estadística de prueba	21
4.	Rechazo.....	21
5.	Decisión estadística.....	21
4.3	DISCUSIÓN	23
5	CONCLUSIONES.....	29
6	RECOMENDACIONES	31
7	BIBLIOGRAFÍA.....	32
8	ANEXOS.....	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Especificaciones del aceite comestible decolorado de palma	7
Tabla 2 Formulaciones de jabón líquido con concentraciones jabón base.....	11
Tabla 3 Técnicas utilizadas para experimentaciones en aceite residual y limpio.	13
Tabla 4 Técnicas utilizadas para experimentación en jabón líquido.	14
Tabla 5 Ficha para recolección de aceite.....	15
Tabla 6 Análisis fisicoquímico en aceite residual de cocina	16
Tabla 7 Análisis fisicoquímicos realizados en muestras de aceite limpio.....	17
Tabla 8 Análisis exploratorio de datos	18
Tabla 9 Tabla Kruskal-Wallis.....	21
Tabla 10 Comparación de medias según Tukey para el porcentaje de viscosidad.....	22

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Comparación en la cantidad de aceite residual recolectado	12
--	----

RESÚMEN

El aceite residual de cocina es un subproducto de gran impacto ambiental, al no ser desechado de manera adecuada debido a procesos térmicos degradativos a los que se somete, es necesario generar una alternativa para su reutilización por lo que, el presente trabajo plantea elaborar jabón líquido a base de aceite residual producido por los bares de la Universidad Nacional de Chimborazo, el que usará metodología experimental, apoyándose en el Paquete Estadístico para Ciencias Sociales (SPSS) e INFOSTAT versión 6.2; analizando y comparando los resultados obtenidos con los parámetros de calidad que establece la norma INEN 2421 de requisitos físicos y químicos para aceite de cocina, posterior al análisis de calidad de materia prima (aceite residual) esta fue utilizada para la elaboración de jabón solido (base), para ser adicionado en el jabón líquido mediante disolución.

Respecto al jabón líquido se realizaron las determinaciones de estabilidad para determinar su tiempo de vida útil usando los protocolos citados por la norma INEN 850, presentando los siguientes resultados promedio: pH 5,9955, alcalinidad libre de 0,1101%, acidez 0,2307%, materia saponificable 1,4231%, cloruros 0,6410%, además se realizaron determinaciones físicas utilizando y comparando con los resultados obtenidos por los protocolos de otros autores respecto a: viscosidad, arrastre de grasa y humedad, donde se obtuvieron valores promedio de 16,3952%, 99,4474% y 75,6571% respectivamente, siendo la determinación de viscosidad el análisis con mayor desviación estándar con un valor de 13,9370%.

Palabras claves: aceite residual, estabilidad jabón base, disolución, viscosidad

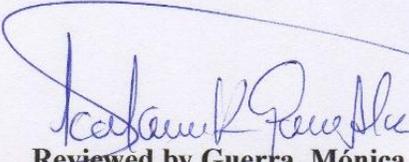
ABSTRACT

The residual cooking oil is a byproduct of great environmental impact as it is not throw away properly due to the degrading thermal processes to which it is undergo, it is necessary to generate an alternative for its reuse, so the present work proposes brew liquid soap based on residual oil produced by the bars of the National University of Chimborazo, it will use experimental methodology, based on the Statistical Package for Social Sciences (SPSS) and INFOSTAT version 6.2; analyzing and comparing the results obtained with the quality parameters established by the INEN 2421 about standard of physical and chemical requirements for cooking oil, then the analysis of raw material quality (residual oil), this was used for the production of solid soap (base) to be added to liquid soap by melting.

About liquid soap, stability determinations were done to determine its useful life using the protocols cited by the INEN 850 standard, showing the following average results: pH 5.9955, free alkalinity 0.1101%, acidity 0.2307% , 1.4231% saponifiable material, 0.6410% chlorides, in addition physical determinations were made, using and comparing the results obtained with the protocols of other authors regarding to: viscosity, fat drag and moisture, where average values of 16,3952%,99,4474% and 75.6571% were obtained respectively, being the viscosity determination the highest standard deviation with a value of 13, 9370%.

Keywords: residual oil, base soap, stability, melting, viscosity




Reviewed by Guerra, Mónica
Language Center Teacher

INTRODUCCIÓN

La industria alimentaria genera gran cantidad de subproductos perjudiciales para el medio ambiente, los cuales necesitan ser procesados para desecharse de manera adecuada, un claro ejemplo de ello es la producción de aceites residuales, ya que su creciente producción ha dado origen a diferentes problemas medioambientales, puesto que causa graves repercusiones en el suelo y agua. (Guadalupe V, 2015).

Los aceites residuales son aquellos que han sido utilizados en la fritura de alimentos y los cuales ya no poseen sus propiedades físicas y químicas (Preciado, 2017), debido a condiciones de procesamiento sus características varían dependiendo de factores como: tiempo de cocción, exposición al aire, almacenamiento y el tipo de alimento cocinado, cabe mencionar que los procesos de fritura a altas temperaturas, y el contenido de agua de los alimentos aceleran la hidrólisis en los aceites incrementando la presencia de ácidos grasos libres generando pardeamiento y olores desagradables (Villadiego M, 2015).

La elaboración de productos a base de aceites y grasas tanto de origen vegetal como animal es la oleoquímica, esta materia prima puede ser comparada con el petróleo pues es el punto de partida para la obtención de productos derivados, además la formación de glicerina es del 1,6% mayor que con el uso de cebo causado por el contenido de humedad de ácidos grasos (Betselen Murcia Ordoñez, 2013).

El jabón es la combinación de un álcali que puede ser entre hidróxido de sodio o hidróxido de potasio y un ácido graso el cual puede ser un aceite de diferente origen dando lugar a una reacción que se denomina saponificación que tiene como función principal limpiar o lavar gracias a su acción detergente. (Arismendy, 2016).

Todos los jabones se originan por la reacción de un álcali y un ácido graso, lo cual genera normalmente una pastilla de jabón sólido, pero por otro lado en los jabones líquidos la reacción se lleva a cabo con hidróxido de potasio el cual es mucho más soluble que el sodio y tiene menor posibilidad de formar cristales, por lo que permite el paso de la luz a través del jabón (Failor, 2002).

La presente investigación es de tipo experimental ya que se realizaron análisis de calidad para la materia prima basándose en protocolos y rangos establecidos por la INEN 2421 y de igual manera en el producto terminado rigiéndose a los requisitos de la INEN 850, para ser comparados con los

resultados obtenidos en los análisis de laboratorio, utilizando procedimientos estadísticos como análisis exploratorio, contraste de normalidad , análisis de varianza, entre otros, para determinar las diferencias estadísticamente significativas entre los experimentos realizados, resultado que permite elegir el mejor tratamiento para la elaboración de jabón líquido a base de aceite residual, y generando una alternativa de uso para éste desecho por parte de los bares de la Universidad Nacional de Chimborazo, ya que se plantea además el tratamiento que tendrá mejores características físicas y químicas.

CAPÍTULO I.

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El aceite vegetal tiene un gran uso en los hogares, centros e instituciones. Una parte importante de estos aceites se utilizan en el proceso de fritura donde sufren cambios y alteraciones químicas que hacen necesario su desecho. La correcta gestión de los aceites usados de cocina pasa por su entrega a empresas gestoras autorizadas, donde tras los oportunos tratamientos se obtiene una materia prima para la producción principalmente de biodiesel, generando actividad económica y reduciendo la dependencia de combustibles fósiles. (Gonzales. C, 2017)

Según (Alvares, 2013) la fritura es un proceso físico-químico complejo, en el cual el producto al freír a una temperatura entre 175-195 °C, cambia sus características. Las grasas y aceites (Fats Oil and Grease, FOG) a menudo se lavan en un sistema de plomería residencial a través del fregadero de la cocina. El aceite de cocina usado se adhiere a las paredes de las tuberías y con el tiempo puede causar obstrucciones. Esta práctica provoca la obstrucción del caudal de agua por las tuberías. Cuando las tuberías están obstruidas, pueden ocurrir derrames de aguas residuales, los derrames de aguas residuales pueden causar peligros para la salud y daños a las casas y negocios, además que son costosos de repararlos. FOG es la causa de la mayoría de los bloqueos de las líneas de alcantarillado. (Clean Energy, 2018)

Si de forma inadecuada, los aceites usados de cocina se vierten por el fregadero o el inodoro, son una fuente de contaminación de las aguas de ríos, lagos, causando problemas en las redes de saneamiento y sobrecostos en las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales. Como fuente de contaminación, un litro de aceite usado contiene aproximadamente 5.000 veces más carga contaminante que el agua residual que circula por las alcantarillas y redes de saneamiento y puede llegar a contaminar 40.000 litros de agua, que es equivalente al consumo de agua anual de una persona en su domicilio. (Gonzales. C, 2017)

Por otra parte, los aceites que son utilizados para la elaboración de productos fritos, presentan una gran cantidad de ácidos insaturados, pero al momento de ser utilizados a altas temperaturas su inestabilidad es mucho mayor, lo cual genera oxidación y el cambio a ácidos grasos saturados,

mismos que al ser consumidos en grandes cantidades generan problemas de salud en los consumidores, además de reducir el valor nutricional de los alimentos, por lo que no se recomienda utilizarlo de nuevo. (Esquivel, 2017)

El aceite de cocina se lo puede utilizar para la elaboración de jabones líquidos, los cuales son menos contaminantes y pueden ser degradados de una manera más rápida antes de llegar a los océanos, evitando la formación de sustancias que requieran una mayor demanda de oxígeno, y las cuales puedan perjudicar la flora y fauna marina.

1.1. JUSTIFICACIÓN

Los estudios realizados en los últimos años describen que la fabricación de jabones líquidos con aceite residual ayudan a la reutilización de este subproducto, ya que por prácticas de fritura inadecuadas a los que son sometidos pierden sus características innatas para poder ser utilizados en la elaboración de alimentos, generando sabores desagradables y también afectando la salud de los consumidores al presentar una mayor cantidad de hidrolización de los ácidos grasos saturados por la presencia de agua, razón por la que no cumple con los requisitos de calidad que establece la norma INEN 2421 para aceites vegetales siendo necesario direccionar la utilización de este subproducto en otro tipo de industrias.

La utilización de este subproducto en la elaboración de jabones es una alternativa para poder mitigar la contaminación ambiental generada por la industria alimentaria, ya que al ser desechado de manera inadecuada por las tuberías al llegar a las plantas de tratamiento genera olores desagradables y acumulación de bacterias y capas de jaboncillo que impiden el intercambio de gases entre ecosistemas marinos y terrestres; al tener un índice elevado en porcentaje de ácidos grasos el aceite de cocina en presencia de un álcali fuerte genera una saponificación efectiva generando jabón, que presenta también una mejor humectación de la piel humana, presenta una mejor biodegradabilidad en el medio ambiente y fácil descomposición de restos de agentes tensoactivos.

Económicamente puede generar un ingreso económico considerable de establecimientos de comida rápida o centros de expendio de comida en general pues en la actualidad empresas de recolección de aceite residual adquieren este desecho para poder transformarlo en diferentes derivados de la oleoquímica, tales como jabones biodiesel, polímeros entre otros, generando una mayor actividad económica diversificando este subproducto.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Utilizar aceite residual de cocina, generado por los bares de la Universidad Nacional de Chimborazo, para la elaboración de jabón líquido

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la calidad y cantidad de aceite residual generado por los bares de la Universidad Nacional de Chimborazo.
- Aplicar procedimientos establecidos para la elaboración de jabón base mediante saponificación.
- Identificar el procedimiento óptimo para la elaboración de jabón líquido mediante adición de jabón base.
- Estudio de la estabilidad del jabón líquido mediante análisis fisicoquímicos.

CAPITULO II.

2 MARCO TEORICO

Los problemas socioeconómicos generados por la actividad humana han producido una gran cantidad de dificultades ambientales, entre ellas la generación de desechos por parte de la industria alimentaria, siendo uno de los principales problemas de contaminación ambiental, ya que por su actividad y especialización las industrias crean gran variedad de subproductos (Guadalupe V, 2015), que generan dificultad en las plantas de tratamiento de agua, originando malos olores y acumulación de bacterias, que al ser arrastradas por las corrientes de ríos y lagos pueden llegar al consumo de animales que posteriormente sean destinados para la alimentación humana, lo cual puede resultar en un problema de salud (Felizardo P, 2005).

El uso para la fritura de alimentos por parte del sector alimentario es el principal productor de aceites residuales de cocina, este elemento ayuda a la elaboración de diversos platillos fritos, que al ser puestos en contacto con el aceite a altas temperaturas se les confiere un mejor sabor y palatabilidad (sabor y textura) (Cabezas-Zábala, Hernández-Torres, & Vargas-Zarate, 2016).

Debido a sus características físicas, el aceite puede degradarse bajo ciertos tratamientos como por ejemplo: el incremento inadecuado de temperaturas o el contacto con residuos propios del alimento que favorezcan la actividad enzimática, ocasionando un sabor y color desagradable tanto en el producto tratado como en el aceite utilizado, por lo que el aceite tiende a deteriorarse mucho más rápido (Espinoza A, 2010).

Una alternativa para el uso de este tipo de desechos una vez que ha terminado su tiempo de vida útil, es su utilización en la elaboración de jabones líquidos y sólidos, ya que al ser tratados con un álcali fuerte como hidróxido de sodio se produce una saponificación; por otra parte al ser tratados con hidróxido de potasio se obtienen jabones líquidos, que presentan una alternativa para poder reducir la contaminación producida por el desecho o postratamiento del aceite residual (Pineda, 2011).

2.1. Desechos alimenticios

La industria alimentaria genera gran cantidad de subproductos perjudiciales para el medio ambiente, mismos que necesitan ser procesados para poder realizar su adecuado desecho, un claro ejemplo de ello es la producción de aceites residuales, ya que su creciente producción ha dado origen a diferentes problemas medioambientales, y son la causa de graves repercusiones en el suelo y agua. (Guadalupe V, 2015).

Este residuo generalmente es desechado por las tuberías, causando problemas en plantas de tratamiento de aguas, las cuales afectan a la salud humana y a la alimentación de animales destinados al consumo humano, existe una gran cantidad de usos para este tipo de desechos, como la producción de jabones, biodiesel, cracking termal, entre otros (Felizardo P, 2005).

2.2. Aceite residual

Son aceites residuales aquellos que han sido utilizados en el proceso de cocción de alimentos, y que ya no poseen sus características físicas y químicas naturales después de ser utilizados (Preciado, 2017), estos residuos o subproductos presentan diferentes tipos de degradaciones, debido a las condiciones de procesamiento que alteran sus propiedades dependiendo de factores como: tiempo de cocción, exposición al aire, tiempo de almacenamiento y el tipo de alimento cocinado, cabe mencionar que los procesos de fritura a altas temperaturas y el contenido de agua de los alimentos aceleran la hidrólisis en los aceites, incrementando la presencia de ácidos grasos libres y generando tonalidades oscuras y olores desagradables (Villadiego M, 2015).

2.3. Aceite vegetal

Según Codex Alimentarius, los aceites vegetales son productos alimenticios que han sido obtenidos únicamente de fuentes vegetales, y que están constituidos por glicéridos de ácidos grasos, los cuales pueden tener la presencia de otros lípidos como fosfátidos de constituyentes insaponificables, y de ácidos grasos libres que se presenten de forma natural en la grasa o aceite. (CODEX ALIMENTARIUS, 1999). Además, que son puros comercialmente y que se obtienen de materias primas sanas y limpias que están libres de productos nocivos derivados de su cultivo o manejo. (Espinoza A, 2010).

Según la norma técnica ecuatoriana INEN 2421 el aceite de canola debe cumplir con las siguientes características físico-química

Requisito	Unidad	Min	Max	Método de ensayo
Densidad relativa, (50°C agua a 20°C)	-	0,8957	0,91	(INEN, 0035 Densidad relativa)
Índice de saponificación (mg KOH/g aceite)	Mg/g	189	199	(INEN 0040 Índice de saponificación)
n_{D}^{20} a 40°C	-	1,4591	1,4617	(INEN 0042 Índice de refracción)
Índice de refracción (
Humedad y materia volátil	%	-	0,05	(INEN 039 Determinación de la pérdida por calentamiento)
Acides (como ácido oleico)	%	-	0,1	(0038 Acidez como ácido oleico)
Materia insaponificable	%	-	1,2	(0041 Materia Insaponificable)

Tabla 1 Especificaciones del aceite comestible decolorado de palma

Fuente: INEN

Elaborado por: Instituto Nacional de Normalización

2.4. Composición de los aceites

El aceite se compone por una mezcla de esteres de glicerol o triglicéridos, los cuales son una muy buena fuente de carotenos y triglicéridos, y al estar conformado por ácidos grasos saturados e insaturados permite la elaboración de margarinas y mezclas diferentes de aceites (Rincon S, 2009).

Los triglicéridos están compuestos por tres moléculas de ácidos grasos y una de glicerina, los cuales son sustancias oleaginosas y compuestos grasos, que son mucho menos densas que el agua e inmiscibles en ella. (Espinoza A, 2010)

2.5. Ácidos grasos saturados

Los ácidos grasos saturados son esenciales para varias funciones corporales, como la reserva de energía, incremento de hormonas, pueden ser saturados, insaturados y poliinsaturados, lo cual depende de la cantidad de enlaces dobles entre carbono y carbono que conformen la molécula. Los ácidos grasos saturados son esenciales para funciones fisiológicas y estructurales, mientras que por otro lado los ácidos grasos trans provienen de la ingesta de alimentos hidrogenados y no presentan un aporte significativo a cuerpo. (Espinoza A, 2010)

2.6. Degradación de los aceites

Durante su período de utilización en especial en los procesos de cocción, el aceite pasa por fases de degradación en las que va cambiando su estructura química y, por ende, sus características fisicoquímicas. En la primera etapa de su procesamiento no presenta degradaciones por los incrementos de temperatura e interacción con otros alimentos, en la segunda fase existe un incremento de la acidez por los procesos de hidrólisis, en la tercera etapa las sustancias emulsionantes favorecen el contacto de sustancia con el producto tratado, confiriéndole diferentes características organolépticas, en la cuarta fase se incrementan los niveles de oxidación e hidrólisis y en la etapa final que es el descarte se generan olores y sabores desagradables. (Rivera. Y, 2014).

2.7. Usos no alimenticios del aceite

La elaboración de productos a base de aceites y grasas tanto de origen vegetal como animal es la oleoquímica, ya que esta materia prima puede ser comparada con el petróleo debido a que es el punto

de partida para la obtención de productos derivados tales como: ceras, polímeros, combustibles entre otros; puesto que el aceite de palma posee una relación de 18-16 carbonos es demandada por la industria de jabones por su alto contenido de ácido palmítico, cabe mencionar que la formación de glicerina es del 1,6% mayor que el cebo, causado por el contenido de humedad y contenido de ácidos grasos (Garcés & Cuellar, 1997).

Los aceites de origen vegetal, son ácidos grasos con esterres de glicerina, que al ser tratados con una base fuerte generan sales de ácidos grasos que son los jabones y también producen glicerina, en caso de tratarse con sosa se produce una saponificación, que da origen a jabones consistentes o sólidos, pero en caso de ser tratados con potasa se obtienen jabones líquidos (Pineda, 2011).

2.8. Jabón líquido

Los jabones son insumos que se utilizan de diferentes maneras, como por ejemplo la limpieza y desinfección de objetos, además del aseo personal (Correa, 2013), el cual está constituido por sales alcalinas de ácidos grasos, y que en su formulación pueden poseer colorantes y aromatizantes (INEN, Agentes tensoactivos jabon liquido requisitos, 2015).

2.9. Composición del jabón líquido

El jabón es la combinación de un álcali, el cual puede variar entre hidróxido de sodio e hidróxido de potasio y un ácido, pudiendo ser un aceite vegetal o animal dando lugar a una reacción que se denomina saponificación, generando un producto que tiene como función principal limpiar o lavar por su acción detergente. (Arismendy, 2016).

2.10. Jabón líquido con aceite

Todos los jabones se originan por la reacción de un álcali y un ácido graso, que genera normalmente una pastilla de jabón sólido, pero por otro lado en los jabones líquidos la reacción se lleva a cabo con hidróxido de potasio el cual es mucho más soluble que el sodio y tiene menor posibilidad de formar cristales, permitiendo el paso de la luz a través del jabón (Failor, 2002).

La norma INEN 850, establece los siguientes requisitos para el jabón líquido los cuales son la alcalinidad libre que establece valores de 0,12, acidez libre con un máximo de 0,2 %(m/m), pH con

un máximo de 11, cloruros con un máximo de 0,7% (m/m), materia saponificable e insaponificable con un rango máximo de 1,4. (INEN, 1982)

CAPITULO III.

3 METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de la investigación

La presente investigación tuvo un carácter experimental ya que se realizaron comparaciones de los resultados obtenidos en las determinaciones realizadas al producto terminado y a la materia prima a los cuales se realizaron análisis físicos y químicos, para determinar sus condiciones de calidad.

3.2 Unidad de análisis

Bar de la facultad de Ingeniería y bar de la facultad de Ciencias Políticas

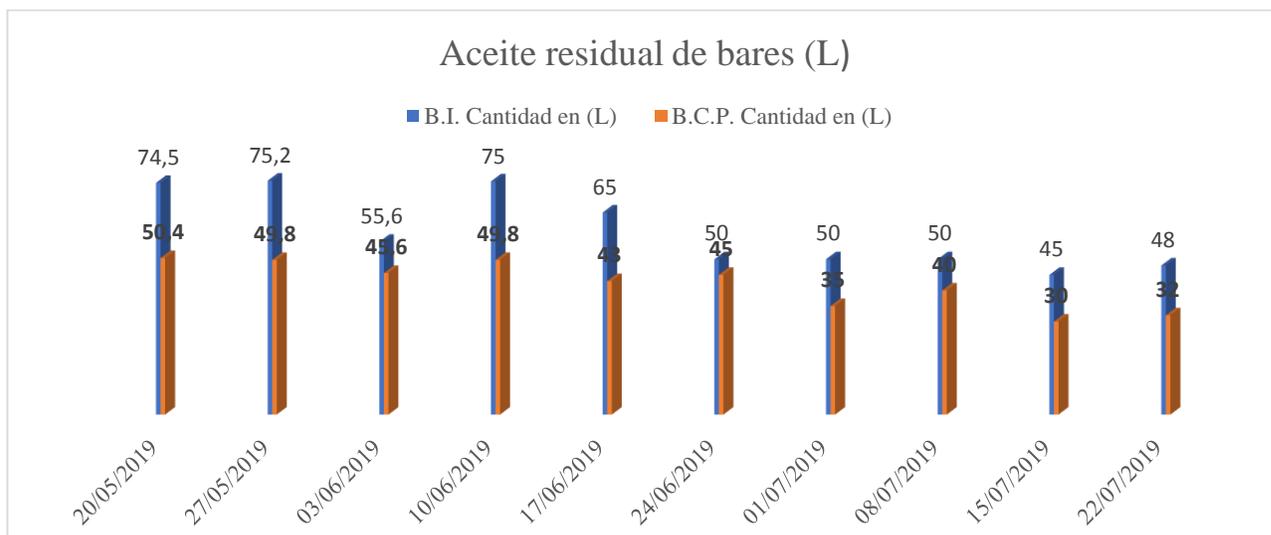
3.3 Diseño de la investigación

Una vez adquiridas las muestras se realizó una homogenización para poder realizar 5 tratamientos de jabón base, los cuales fueron las combinaciones A0, B1, C2, D3 y E4 variando la cantidad de aceite residual, utilizando un protocolo de elaboración de jabón sólido, para su posterior disolución y adicionándolo junto con los demás ingredientes de la formulación de jabón líquido.

FORMULACIÓN DE JABON LIQUIDO					
	A 0	B 1	C 2	D 3	E 4
JABON BASE	0,00%	0.81%	1.61%	2.40%	3.17%
TEXAPON	24.59%	24.39%	24.19%	24.00%	23.81%
COPERLAN	12.30%	12.20%	12.10%	12.00%	11.90%
GLICERINA	5.12%	5.08%	5.04%	5.00%	4.96%
ACIDO CITRICO	0.61%	0.61%	0.60%	0.60%	0.60%
AGUA	51.23%	50.81%	50.40%	50.00%	49.60
SAL	6.15%	6.10%	6.05%	6.00%	5.95%
TOTAL	100%	100%	100%	100,00%	100,00%

Tabla 2 Formulaciones de jabón líquido con concentraciones jabón base

Promedio de aceites producido por los bares de la Universidad



Cuadro 1 Comparación en la cantidad de aceite residual recolectado

(Calderón. C, 2019)

En el cuadro N°1 se evidenció la cantidad de aceite de cocina producido por los bares de la Universidad Nacional de Chimborazo, en donde se muestra la cantidad de aceite producido durante un periodo de 3 meses, cada 8 días, en total se obtuvo una cantidad de 588,3 L de aceite residual para el (B.I) con un promedio de 58,83 L, mientras que la cantidad producida de aceite residual por (B.C.P) fue de un total de 420,6 L de aceite residual con un promedio de 42,06 L.

3.4 Técnicas de recolección de datos

Para la recolección de datos del aceite residual de cocina se utilizó una bitácora para anotar la cantidad producida por cada bar durante un periodo de 3 meses.

Para la recolección de los datos de las experimentaciones se realizaron bitácoras para anotar los valores finales de las determinaciones realizadas.

Técnicas de análisis e interpretación de la información

TÉCNICAS DE ANALISIS E INTERPRETACION DE LA INFORMACIÓN		
DETERMINACIÓN	CÓDIGO DE LA NORMA	FUNDAMENTO
Determinación de pH	4316	Determina la basicidad o acidez de una muestra de aceite vegetal
Índice de refracción	42	Determinar la velocidad de una luz monocromática en el aire y su paso en la sustancia considerada, y es la relación entre los senos de los ángulos de incidencia y de refracción cuando la luz pasa del aire a la sustancia (INEN, 1973).
Pérdidas por calentamiento	39	La cual consiste en determinar la cantidad de compuestos volátiles en las muestras de aceite al ser calentadas a una temperatura de 103°C en estufa y tomando la diferencia de pesos entre muestras calcinadas y muestras húmedas. (INEN, 1973).
Determinación de acidez	38	En el análisis se determina la cantidad de ácidos grasos libres expresados comúnmente como ácido oleico por cada 100g de una sustancia (INEN, 1973)
Determinación de densidad relativa	35	En determinar la relación de masa de una muestra de aceite a 25°C en comparación con la masa de una muestra de agua a la misma temperatura utilizando un picnómetro, esta determinación es adimensional. (INEN, 1973)
Determinación del índice de saponificación	40	Determinar qué cantidad de hidróxido de potasio necesitada para poder saponificar 1 gramo de aceite, se utiliza un exceso de solución etanólica de hidróxido de potasio. (INEN, Índice de saponificación, 1973)
Determinación de viscosidad	Artículos científicos	Se evalúa la resistencia del movimiento en un objeto especializado en una sustancia a analizarse. (Bushra T, 2017)

Tabla 3 Técnicas utilizadas para experimentaciones en aceite residual y limpio.

TECNICAS USADAS PARA JABÓN LÍQUIDO		
DETERMINACIÓN	CÓDIGO DE LA NORMA	FUNDAMENTO
Determinación de pH	4316	Determina la basicidad o acidez de una muestra de aceite vegetal
Determinación de alcalinidad libre	821	Determinar la alcalinidad de una sustancia mediante la utilización de una cierta cantidad de ácido clorhídrico. (INEN, 1982)
Determinación de acidez	822	Determina la alcalinidad o acidez de una muestra mediante la utilización de una solución de hidróxido de potasio. (INEN, 1982)
Determinación de materia insaponificada e insaponificable	824	Se extrae una cantidad de muestra y se titula con hidróxido de potasio, luego es saponificada y se extrae con éter de petróleo la materia insaponificable. (INEN, 2015)
Determinación de cloruros	38	Se basa en la titulación con nitrato de plata y como indicador cromato de potasio, para formar un precipitado de cloruro de plata, el punto de equivalencia se evidencia al formarse un precipitado de cromato de coloración anaranjado-rojizo. (ONN, 2012)
Determinación de viscosidad	Artículos científicos	En esta determinación se evaluó la resistencia del movimiento en un objeto especializado en una sustancia a analizarse. (Bushra T, 2017)
Área de eliminación de grasa	Artículos científicos	Determinación cuantitativa de la cantidad de aceite que puede quitar el jabón de un área de rectangular. (Moposita, 2013)
Determinación de humedad	Artículos científicos	Determinación de compuestos volátiles presentes en el jabón líquido a una temperatura de 103°C (Villadiego M, 2015)

Tabla 4 Técnicas utilizadas para experimentación en jabón líquido.

3.5 Técnicas de análisis e interpretación de la información

Análisis Exploratorio de datos

Contrastes de normalidad

ANOVA No Paramétrico

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

Producción de materia prima

Para la determinación de cantidad de aceite residual se utilizó la presente bitácora de recolección, donde se registraron cantidades de aceite producida por los bares de la universidad y posteriormente analizando sus propiedades físicas y químicas.

Cantidad de aceite producido por los bares de las I. E. S		
Fecha	Bar de la facultad de ingeniería	Bar de la facultad de ciencias políticas
	B.I. Cantidad en (L)	B.C.P. Cantidad en (L)
20/5/2019	74,5	50,4
27/5/2019	75,2	49,8
3/6/2019	55,6	45,6
10/6/2019	75	49,8
17/6/2019	65	43
24/6/2019	50	45
1/7/2019	50	35
8/7/2019	50	40
15/7/2019	45	30
22/7/2019	48	32
Total	588,3	420,6
Promedio	58,83	42,06

Tabla 5 Ficha para recolección de aceite

(Calderón, 2019)

Análisis de aceite residual							
	pH (Unidades)	Índice de Acidez (%)	Índice de Saponificación (mg/g)	Índice de Refracción (Unidades)	Densidad relativa (g/cm³)	Viscosidad (%)	Humedad (%)
R1	6,117	0,357	195,415	1,463	0,917	62750	0,039
R2	6,472	0,472	149,600	1,472	0,917	68250	0,472
R3	5,343	0,385	201,493	1,472	0,922	64750	0,385
<i>X</i>	5,9772	0,4050	182,1692	1,4693	0,9189	652500	0,2989
<i>σ</i>	0,5769	0,0600	28,3689	0,0052	0,0028	27,7839	0,2294
<i>C.V</i>	0,0965	0,1482	0,1557	0,0035	0,0031	0,0427	0,7674

Tabla 6 Análisis fisicoquímico en aceite residual de cocina

(Calderón,2019)

En la tabla N°6 de análisis de la materia prima de aceite usado se mostraron valores promedio, expresados a manera de porcentaje en los siguientes análisis: pH 5.9772 con una desviación de 0,5769 , índice de acidez 0.4050 como porcentaje de ácido oleico con una desviación de 0,0600, índice de saponificación 182.1692 como mg/g, con una desviación de 28,3689, índice de refracción 1.4693 con una desviación de 0,0052, densidad relativa 0.9189 g/cm³ con una desviación de 0,0028 y viscosidad 65,2500% con una desviación de 27,7839 y humedad de 0,2989% con desviación de 0,2294.

Análisis de aceite limpio							
	pH	Índice de Acidez %	Índice de Saponificación mg/g	Índice de Refracción (Unidades)	Densidad relativa g/cm³	Viscosidad%	Humedad%
R1	5,300	0,092	193,545	1,466	0,919	53600	0,0384
R2	5,315	0,099	193,545	1,468	0,920	51250	0,0353
R3	5,350	0,092	193,545	1,468	0,923	51250	0,0428
X	5,3217	0,0940	193,5450	1,4675	0,9204	51,8333	0,0388
σ	0,0257	0,0041	0,0000	0,0009	0,0019	1,0104	0,0038
C.V	0,0048	0,0433	0,0000	0,0006	0,0020	0,0195	0,0980

Tabla 7 Análisis fisicoquímicos realizados en muestras de aceite limpio

(Calderón, 2019)

En la tabla N°7 de análisis de la materia prima de aceite limpio se mostraron los valores promedio, expresados a manera de porcentaje en los siguientes análisis: pH 5.3217 con una desviación de 0,0257, índice de acidez 0.0940% con una desviación de 0,0041, índice de saponificación 193.5450 como mg/g con una desviación de 0,000, índice de refracción 1.4675 con una desviación de 0,0009, densidad relativa 0.9204 g/cm³ con una desviación de 0,0019, viscosidad 51,8333% con una desviación de 1,0104 y humedad de 0,0388 con desviación de 0,0038.

Para determinar la estabilidad del jabón líquido mediante análisis fisicoquímicos se realizaron los experimentos presentados en la tabla 8, dando los siguientes resultados.

	Viscosidad %(m/m)	pH	Arrastre de Grasa %(m/m)	Alcalinidad Libre %(m/m)	Alcalinidad Total%(m/m)	Acidez libre %(m/m)	Materia insaponificada e Insaponificable %(m/m)	Cloruros %(m/m)	Humedad %(m/m)
X	16,3952	5,9955	99,4474	0,1101	0,1394	0,2307	1,4131	0,6410	75,6571
σ	0,9565	0,0348	0,7152	0,0104	0,0151	0,0341	0,103	0,0437	3,8315
C.V.	13,9370	0,0580	0,0072	0,1040	0,1084	0,1479	0,0729	0,0682	0,0506
Moda	5,4000	5,7	100	0,104	0,128	0,226	1,4053	0,6132	#N/D

Tabla 8 Análisis exploratorio de datos

(Calderón, 2019)

Tras el análisis de las características físicas de las unidades estadísticas (jabones líquidos, 42 unidades) se presentó un promedio de viscosidad de 16,3952%, 5,9955 unidades de pH, 99,4474% de arrastre de grasa y 75,6571% de humedad. En cuanto a las determinaciones químicas los valores son los siguientes: alcalinidad libre con un 0,1101 %, 0,2307% en índice de acidez, 1,4131 % de materia insaponificada e insaponificable y 0,6410 % de cloruros.

En lo que respecta al análisis de desviación estándar para las determinaciones químicas la media de alcalinidad libre (0,1101) tuvo un valor de $\pm 0,0151$, para el análisis de acidez la variación obtenida fue de 0,0341, en la desviación de materia saponificada e insaponificable se obtuvo un valor de $\pm 0,1030$ con una media de 1,4131, y en la determinación del porcentaje de cloruros un valor de $\pm 0,0437$ respecto a un valor medio de 0,6410, los análisis para las características físicas arrojaron los siguientes resultados; en el pH con un promedio del 5,9955 puede variar con $\pm 0,0348$, para el valor medio de la determinación de porcentaje de arrastre de grasa (99,4474)

puede tener una variación de $\pm 0,7152$, para la determinación de humedad que presenta una media de 75,6571 se obtiene un valor de $\pm 3,8315$, finalmente en torno al valor medio de viscosidad (16,3952) la variación puede ser de $\pm 0,9565$ mismo que fue un resultado bastante alto.

La determinación de la moda evidenció que el valor más repitente fue de 1150 para la viscosidad; para pH fue de 5.7000, en arrastre de grasa 100%, en alcalinidad libre 0,1280 %, en acidez 0,2260 %; respecto a materia saponificada e insaponificable 1,4053 %; para cloruros 0,6132%; por otro lado, la determinación de humedad fue una variable amodal.

En el análisis del coeficiente de variación los valores para las determinaciones realizadas son de 0,0072 para el arrastre de grasa, que es el más bajo del grupo de datos analizados, seguido del resultado correspondiente al análisis de humedad que fue de 0,0506 y pH que tiene un valor de 0,0580, estos valores son los más bajos del grupo de datos. Entre las determinaciones con valores medios se obtuvieron: cloruros con 0,0682, materia insaponificada e insaponificable con 0,0729 y alcalinidad libre con 0,1040. Por último, los análisis con rangos más altos son acidez con 0,1479 y viscosidad con 13,9370, que es el mayor valor en comparación con los otros análisis realizados

Observación

Después de haber realizado el análisis exploratorio se pudo determinar que los experimentos físicos y químicos aplicados al producto terminado y basados en la norma INEN 0850 están dentro de los parámetros establecidos por la norma mencionada y los resultados de las determinaciones basadas en protocolos de artículos científicos como es arrastre de grasa y humedad arrojan valores similares, pero en cuanto a la viscosidad los datos obtenidos tienen un comportamiento asimétrico y fuera de los rangos establecidos por la bibliografía citada, por lo que la variable viscosidad será a la que se le aplique procesos inferenciales.

4.2 COMPROBACIÓN DE SUPUESTOS

4.2.1. NORMALIDAD

1. Planteamiento de hipótesis

H_0 : Los datos de viscosidad siguen una distribución normal.

H_1 : Los datos de viscosidad no siguen una distribución normal.

2. Nivel de significancia

$$\alpha = 5\%$$

3. Cálculo del estadístico

Kolmogórov-Smirnov ^a			
	Estadístico	gl	Sig.
viscosidad	,336	42	,000

(Calderón, 2019)

4. Deserción de hipótesis

Rechazar h_0 si el valor $p \leq \alpha$

5. Decisión estadística

Como el valor p asociado al contraste de normalidad fue de 0 y este fue menor al 0,05 de significancia se rechaza H_0 , por lo que se evidencia que la variable viscosidad no sigue una ley de probabilidad normal.

4.2.2. ANALISIS DE VARIANZA NO PARAMÉTRICO

1. Planteamiento de Hipotesis

$$H_0: \mu_{\text{VISCOSIDAD P1}} = \mu_{\text{VISCOSIDAD P2}} = \mu_{\text{VISCOSIDAD P3}} = \mu_{\text{VISCOSIDAD P4}}$$

H_1 : Al menos una de las medias de viscosidad de los procesos es diferente

2. Nivel de significancia

$$\alpha = 5\%$$

3. Estadística de prueba

Tabla 9 Tabla Kruskal-Wallis

Estadísticos de prueba ^{a, b}	
	VALORES_DE_ VISCOSIDAD
H de Kruskal-Wallis	38,963
gl	4
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: TRATAMIENTO

(Calderón, 2019)

4. Rechazo

Rechazar h_0 si el valor $p \leq \alpha$

5. Decisión estadística

En el análisis de varianza se identifica una diferencia estadística altamente significativa, ya que se obtuvo un p-valor $< 0,0001$, en la variable de análisis, de manera que el porcentaje de viscosidad en el jabón líquido se incrementa en relación al jabón base con aceite residual. Seguido se muestran las comparaciones entre pares de medias de viscosidad de los 5 tratamientos empleados para la elaboración del jabón líquido

Tabla 10 Comparación de medias según Tukey para el porcentaje de viscosidad

TRATAMIENTO	MEDIAS	N	E. E			
jabon-2	5,36	9	0,13	A		
jabon-0	5,72	9	0,13	A	B	
jabon-1	5,94	9	0,13		B	
jabon-3	21,62	9	0,13			C
jabon-4	39,82	9	0,13			D

(Calderón, 2019)

Observación: Las 5 comparaciones emitieron valores con respecto al porcentaje de viscosidad del jabón líquido

Las comparaciones mostraron que el procedimiento 0Y 2 generaron porcentajes viscosidad muy cercanos siendo de 5,36 y 7,72 mPa.S, mientras que el procedimiento 3 y 4 maximizaron estos valores, siendo el tratamiento 4 el más significativo en cuanto a la viscosidad 39,82%, estos resultados notaron que al ser mayor la cantidad de jabón base con aceite residual la viscosidad se eleva.

4.3 DISCUSIÓN

En el presente trabajo de investigación, se pudieron obtener los siguientes resultados referentes a los análisis físicos y químicos del aceite residual de cocina usado y limpio:

En cuanto al análisis de humedad que fue realizado según el protocolo establecido en la norma (Determinación de la pérdida por calentamiento, 1973), se obtuvo un valor promedio de 0,298% para el aceite usado, el cual excede el rango máximo establecido por la norma INEN 850 de requisitos para aceites vegetales, que plantea un rango máximo de 0,05%; en estudios similares de análisis en aceite residual (Rivera. Y, 2014), menciona que durante la determinación de humedad se realizó el análisis basándose en el protocolo según la norma CONVENIN 2953 del año 2000, la cual establece un rango máximo de humedad de 0,06%; el valor promedio en la investigación fue de 0,16%; (Pineda, 2011) en el análisis de humedad en aceite residual generado por los restaurantes presenta un valor promedio de 0,32% que también excede el rango establecido; este tipo de datos son ocasionados debido al pasar por un proceso de fritura los alimentos que entran en contacto con el aceite pierden agua siendo esta expulsada del alimento y quedando el residuo del alimento en el aceite, por lo que su contenido de humedad aumenta afectando la calidad del aceite y el sabor de los alimentos que sean tratados.

En el estudio realizado por (Hernandez R, 2004), se obtuvieron valores muy cercanos referente a viscosidad, donde se registró un promedio de 62700 mPa.S programando el equipo ``Rheomath Mettler`` a una velocidad de 180 rpm; en la presente investigación realizada en aceite usado el promedio de viscosidad fue de 65250 mPa.S programando el equipo ``NDJ-BS VISCOSIMETER modelo JK-DV-8S`` a una velocidad de 60 rpm, en ambos experimentos se utilizó viscosímetros rotatorios con el rotor número 1 para las muestras de aceite, por otro lado los datos tiene una variación no muy significativa, ya que la resistencia del fluido es mucho menor al tener una superficie de contacto más pequeña y una velocidad mayor.

En el análisis de densidad relativa de aceite vegetal de cocina usado se determinó valores promedio de 0,9189 g/cm³, el cual se realizó según el protocolo establecido por la norma INEN 0035, en experimentaciones similares (Hernandez.2004), presenta un promedio de

0,93 g/cm³, en condiciones de 20°C, mientras que la condición de temperatura en el presente trabajo fue de 25°C, pero en comparación a los datos presentados por el autor ya mencionado los valores obtenidos son bastante cercanos; en comparación con los rangos permitidos por la INEN 2421 para aceites vegetales de cocina, que establece un rango máximo de 0,910 unidades los aceites usados sobrepasan los requisitos de la norma.

En los análisis de índice de acidez (Hernández, 2014) presenta un valor mínimo de 0,265 y máximo de 1,104 % basándose en los protocolos establecidos por la Norma CONVENIN 325:2001, en el presente trabajo los datos de acidez obtenidos tienen un máximo de 0,385 y un mínimo de 0,357 % , en promedio mostraron un valor de 0,4050% para aceites usados basándose en el protocolo de la INEN 0,0038, resultados que exceden el rango máximo establecido por la norma INEN 2421 de 0,10%, además que los valores mínimos en ambos experimentos no presentan similitud y sus porcentajes son cuantitativamente diferentes, pero (Guadalupe V, 2015) en su estudio presenta un valor de 0,45 % para el análisis de acidez en el mismo tipo de materia prima en Tuxtla- México, este tipo de resultados son obtenidos debido a que las condiciones de tratamiento en los sitios de estudio no son los mismos.

Los resultados de análisis de índice de saponificación para aceite usado arrojaron un promedio de 182,1692 mg/g siguiendo el protocolo de la norma 0040 (Índice de saponificación, 1973), y comparándolos con la INEN 2421 que especifica un rango máximo de índice de saponificación de 199 mg/g, respecto al aceite usado el resultado está por debajo del mínimo establecido por la norma citada, (Guadalupe V, 2015) presenta resultados similares con un valor de 183,75mg/ g obtenido en cocinas de la ciudad de Tuxtla- México, debido al contenido de agua que ocasiona la saponificación en presencia del álcali adecuado y puede presentar apelmazamientos.

En el análisis de índice de refracción en el aceite usado mostraron un promedio de 1,4693 unidades siguiendo el protocolo de la INEN 0042 (INEN, 0042 INDICE DE REFRACCION, 1973); para el aceite usado el resultado supera el límite establecido por la INEN 2421 de requisitos para aceite vegetal que es de 1,4617 unidades, debido a que durante la recolección de las muestras, estas no presentaban un color homogéneo, pues en ocasiones tendían a ser más claras o turbias, lo cual impidió la homogeneidad; en comparación con los datos obtenidos por (Betselen Murcia Ordoñez, 2013) donde menciona que en su

experimentación se obtuvo un promedio de 1,4594 unidades siguiendo el protocolo de la NTC 289 del 2002, sobrepasando de igual manera su rango máximo.

Los análisis mencionados anteriormente fueron realizados también para las muestras de aceite limpio, los cuales cumplen con los requisitos establecidos por la norma INEN 2421, siendo los análisis de Acidez (0,0940%); índice de saponificación (193,5450mg/g), refracción (1,4675 unidades); densidad relativa (0,9204 g/cm³); humedad (0,0388 %), los mismos que cumplen con los rangos establecidos por la norma mencionada.

En cuanto a los análisis realizados en el jabón líquido son los siguientes:

En área de remoción de grasa no se obtuvo diferencia estadística significativa entre los 5 tratamientos, presentando un valor promedio de 99,4474%, los valores encontrados en esta investigación presenta un coeficiente de variación de 0,0072 el cual indica la homogeneidad de los datos, este tratamiento fue realizado en base a la experimentación y procedimientos realizados por (Moposita, 2013), en el cual se presentó un valor promedio de remoción de grasa reportado en área, en este caso su área total fue de 5,60 cm² y los jabones presentaron una remoción de 5,47 cm² de área, que expresado en porcentaje es de 97,6785%, lo cual es un valor muy favorable, ya que evidencia su efectividad al remover sustancias de una superficie manchada.

En el análisis de pH se utilizó los protocolos establecidos por la norma INEN 0820 (INEN, 1982), obteniéndose un valor promedio de 5,9955 lo que demuestra que se encuentra dentro del rango establecido por la norma INEN 850 para jabón líquido, mismo que establece un rango máximo de 9.5, y el que obedece al pH natural de la piel ya que es normalmente ácido, en experimentaciones similares (Torres, 2016), presentó un promedio de 10,3 usando la misma norma de referencia se evidencia que en la experimentación del autor mencionado el rango de pH obtenido supera el establecido por la norma y también los rangos de pH que la piel humada admite, también (Aguirre, 2013) en su estudio presenta un valor promedio de las experimentaciones de 5.12 y 5.3, que en comparación con la INEN 850 están dentro del rango presentando similitud con los datos obtenidos en la presente investigación

El análisis de viscosidad se encontraron valores mínimo de 1000 mPa.S (5,1000%) y máximo de 8050 (40,4000%) mPa.S y un promedio de (16,3952%) 3171,1905 mPa.S, usando el

equipo (NDJ-BS VISCOSIMETER modelo JK-DV-8S), el cual permite velocidades de 1, 3, 5, 10, 30 60 rpm, los datos de viscosidad se obtuvieron siguiendo el protocolo que menciona (Bushra T, 2017) en el que se utilizó el equipo Bookfield Viscometer, que fue programando a una velocidad 1, 5, 10, 20 rpm, con el cual se mostraron valores de viscosidad de 9593,67 a 910 mPa.S datos que fueron obtenidos de la comparación entre marcas comerciales de champo y jabón líquido, los datos en los estudios varían debido a la velocidad programada en el quipo y también por los rotores utilizados durante la determinación. Para el presente trabajo se utilizaron los rotores 4 y 3, siendo el rotor 3 el más adecuado para la experimentación, ya que al aumentar la concentración de jabón base (sólido) la lectura que el equipo proporciona se incrementa considerablemente; por otro lado utilizando el rotor 4 en los jabones E4 con concentración de 3,17% el equipo presenta una condición de error de lectura; según (Alemedares, 2003) su estudio presenta viscosidades de 254,7 como máximo y como mínimo 78 mPa.S, debido al número de revoluciones a las que se programó el equipo para realizar la determinación que fue de 150 rpm. La comparación de los resultados en este análisis depende mucho del tipo de equipo que se use, ya que no se reporta un mismo tipo de lecturas, y las velocidades a las que se programa varían la viscosidad del fluido en estudio.

Para realizar la determinación de alcalinidad libre en el presente trabajo se utilizaron los protocolos de la norma INEN 821 (INEN, 1982), los valores que se obtuvieron tras la experimentación fueron de un máximo de 0,1280, un mínimo de 0,0880% y un promedio de 0,1101% para alcalinidad libre con una desviación estándar de 0,0104 que está dentro del rango máximo que establece la norma INEN 850 Requisitos para jabón líquido de tocador el cual es de 0,12 % ; (Torres, 2016) en su trabajo presenta un resultado promedio de 0,10 % con una desviación estándar de 0,01, también (Huete, 2013) presenta un promedio de 0,140% por lo consiguiente los datos obtenidos en la presente investigación fueron similares al trabajo desarrollado por los autores citados.

El análisis de acidez libre se realizó siguiendo los protocolos establecidos en la norma INEN (Acidez libre ácido oleico, 1982), en el presente trabajo se obtuvo un máximo y un mínimo 0,1040 y 0,1680 % con un promedio de 0,2307% y una desviación estándar de 0,0341% para los 5 tratamientos, lo cual indica que el jabón líquido del presente trabajo cumple con las especificaciones de la norma INEN 850 que menciona un rango máximo de

0,2%; (Elvin, 2013) en experimentos similares obtuvo un promedio de 0,33% para la acidez libre, que esta fuera del límite establecido por la norma Nicaragüense 5695 para jabones líquidos que establece un máximo de 0,10% y también excede el rango máximo establecido por la INEN 850.

Los resultados del análisis para materia saponificada e insaponificable se obtuvieron siguiendo el protocolo de la (INEN 824, 1982) fueron los siguientes, se obtuvo valores de mínimo 1,2081 y máximo 1,7169 con un promedio de 1,4131 % que en comparación con el rango establecido por la norma INEN 850 que es de un máximo de 1,4%, se verifica que el producto cumple con este requisito presentado por la norma nacional, también se obtuvo una desviación estándar de 0,1030 %; en estudios similares (Torres, 2016) menciona que usando la misma norma se obtuvo un producto cuyo valor promedio fue 1,03% de y una desviación de 0,24, lo que indica que en experimentaciones similares usando la misma materia prima, los resultados serán similares al usar protocolos establecidos por normas de control de calidad.

La determinación del porcentaje de cloruros establecida en la norma INEN 850 plantea un rango máximo de cloruros de 0,7 % según los protocolos de la norma (INEN 819 Cloruros, 1982), en el presente trabajo se obtuvo un promedio 0,6410% que está por debajo de rango máximo establecido por la norma mencionada y cumple con el requisito, en comparación con estudios similares (Gonzales, 2018), menciona que en su estudio de jabón a base de aceite post-fritura obtuvo valores promedio de entre 0,80 y 1,60% con diferentes concentraciones de aceite residual, en comparación con el presente trabajo el resultado mínimo del autor citado y el promedio del presente trabajo están acorde a los rangos de la INEN 850, en cambio el valor máximo reportado por el autor citado supera el rango establecido.

En cuanto al análisis de humedad al no presentar un rango específico en la norma INEN 850 se comparó con estudios similares, en el caso de (Carrion, 2013) en los análisis de jabón líquido se obtuvieron promedios que oscilan entre 68,47 y 87, 23% de humedad el cual es un porcentaje elevado en comparación con el resultado obtenido por (Villadiego M, 2015) que mencionan que el tratamiento adecuado es aquel que obtuvo un porcentaje de humedad de 23 a 28% ya que la textura del jabón líquido es parecida a la de los jabones comerciales y su apariencia es más agradable a los consumidores, en el presente trabajo se obtuvo un

promedio de 76,6571% de humedad con un máximo de 89,20,40 y un mínimo 70,5268% que tiene similitud con los valore reportados por Carrión 2018, que son causados por la cantidad de jabón sólido y el porcentaje de agua usado para su dilución con los otros componentes.

5 CONCLUSIONES

- La cantidad de aceite de los bares de la universidad varía dependiendo de la actividad académica que tenga la institución, el B.I (Bar de Ingeniera), es el que más cantidad de aceite produce el cual reporta una cantidad de 588,3 L en un periodo de tres meses de monitoreo, frente al bar B.C.P (Bar de Ciencias Políticas), que genera 420,6 L, siendo el B.I. El análisis de calidad del aceite residual producido por los bares de la universidad indica que todos los parámetros establecidos en la norma INEN 2421 de requisitos para grasas y aceites comestibles, como son acidez, refracción, densidad relativa, saponificación entre otras no cumple con los rangos máximos establecidos.
- El procedimiento utilizando para la elaboración de jabón base fue el siguiente: 30g de NaOH disuelto en 100 cm³ de agua y al cual se adicionando 100 cm³ de aceite residual lo que permitió obtener en 48 horas un jabón sólido, el cual al disolverse en agua y el resto de ingredientes para elaborar jabón líquido como son texapon, coperlan, glicerina ácido cítrico y cloruro de sodio evitan que el jabón líquido tenga un olor desagradable, siendo un procedimiento ideal para poder obtener jabón líquido inodoro.
- La cantidad de jabón base utilizada en diferentes concentraciones afecta la viscosidad del jabón líquido, al aumentar su concentración en la formulación la viscosidad es el factor físico que más varía, ya que en concentraciones mayores a 0,81% la viscosidad del jabón aumenta desde un 39,4000 hasta un 40,1000 mPa.S, como se muestra en el caso del jabón líquido con una concentración del 3,17% el cual es poco agradable a la vista y al tacto, también es el tratamiento en el que se presentó una desviación de 13,9370 y un coeficiente de variación de 0,8501, lo cual se debe a la asimetría de los datos obtenidos durante el análisis, los experimentos se realizaron en un periodo de 4 semanas de un mes, en el cual las características de humedad y viscosidad han sido las de mayor variación.

- En su mayoría todos los tratamientos analizados cumplen con las especificaciones físicas y químicas establecidas por la norma INEN 850, exceptuando los análisis de humedad y de viscosidad, ya que son los que más asimetría presentan, y la falta de este requisito en la norma utilizada genera dificultad en el estudio de este parámetro, por otro lado los promedios de los análisis de: pH (5,9955%), alcalinidad libre (0,1101%), acidez (0,2307%), materia insaponificable (1,4131%), cloruros (0,6410%), cumple con los rangos establecidos por la norma mencionada asegurando la estabilidad del producto terminado.

6 RECOMENDACIONES

- Para tener homogeneidad de las muestras de aceite se podría recolectar el aceite únicamente de un día específico, debido a la distribución de menú diarios.
- En caso de la elaboración de jabón base se debe utilizar recipientes que eviten corrosión, ya que al liberarse el hidróxido de sodio (NaOH), puede causar daños con las superficies en contacto.
- Se debería variar los porcentajes de sal que se usan en la formulación de jabón líquido puesto que la cantidad exacta permite aumentar o disminuir la viscosidad del fluido.
- El tiempo de vida útil del producto debería estudiarse durante un mayor período de tiempo, ya que la duración de un jabón puede ser superior a un año.

7 BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, L. A. (2013). *Estabilidi acelerada de las características organolepticas y fisicoquimicas deljabon liquido de limpieza femienina fabricado en el laboratorio de productos cosmeticos HOFARMA S.A.C. Trujillo-Perù.*
- Alemedares, D. (Diciembre de 2003). Estudio tecnico preliminar para la elaboracion de un jabon liquido con miel de abejas como alternativa de diversificacion apicola. Honduras.
- Alvares, S. (2013). *Aprovechamiento del aceite de cocina usado en el Instituto Tecnologico de Costa Rica para la produccion de biodiesel.* Costa Rica.
- Arismendy, J. V. (2016, marzo 27). QUIMICA: COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL JABÓN LÍQUIDO. Recuperado 11 de septiembre de 2019, de QUÍMICA website: <http://josevillalobos1001.blogspot.com/2016/03/composicion-quimica-del-jabon-liquido.html>
- Betselen Murcia Ordoñez, C. W. (2013). Caracterizacion de biosiesel obtenido de aceite residual de cocina. *Revista Biotecnologica de Colombia*, 61-70.
- Bushra T, E. K. (2017). Pharmaceutical Evaluation of different shampoo brands in local Sudi Market. *ScienceDirect*, 9.
- Carrion, L. C. (2013). Evaluacion experimental para la obtencion de jabon base de tocador y jabon base liquido natural utilizando como materia prima aceite de sesamo. Managua, Nicaragua.
- CODEX ALIMENTARIUS. (1999). CODEX ALIMENTARIUS. En *NORMAS INTERNACIONALES PARA LOS ALIMETNOS* (pág. 3).
- Cabezas-Zábala, C. C., Hernández-Torres, B. C., & Vargas-Zarate, M. (2016). Aceites y grasas: Efectos en la salud y regulación mundial. *Revista de la Facultad de Medicina*, 64(4), 761. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v64n4.53684>

- Correa, D. (2013). Jabón Líquido y generalidades [Artículo]. Recuperado 11 de septiembre de 2019, de Scribd website: <https://es.scribd.com/doc/166337986/Jabon-Liquido-y-generalidades>
- Elvin, A. H. (2013). *Evaluacion experimental para la obtencion de jabon base de tocador y jabon base liquido natural utilizando como materia primaaceite de sesamo*. Managua- Nicaragua.
- Espinoza A, Z. L. (2010). *ESTUDIO DE ACEITES VEGETALES COMESTIBLES*. Santiago de Chile.
- Esquivel, J. (2017). *Diseño de la línea de produccion para la elaboracion de biodisel a partir del aceite residual de la industria chiflera piurana*. Piura.
- ESTUDIO DE ACEITES VEGETALES COMESTIBLES*. (2010). 76.
- Felizardo P, N. M. (2005). Production of biodiesel from waste frying oils. *ELSEVIER*, 1.
- Failor, C. (2002). *HACIENDO JABONES TRANSPARENTES (Color)*. disfruto y hago.
- Garcés, I. C., & Cuellar, M. (1997). Vista de Productos derivados de la industria de la palma de aceite: Usos. Recuperado 11 de septiembre de 2019, de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/571/571>
- Gonzales, C. E. (2018). Hipoclorito de sodio (NaCl) en la alcalinidad de jabón de tocador artesanal a base de aceite residual postfritura. Calceta, Portoviejo, Ecuador.
- Guadalupe V, P. T. (2015). Evaluación y caracterización de grasas y aceites residuales de cocina para la producción de biodisel en un caso de estudio. *REVISTA INTERNACIONAL DE CONTAMINACIÓN AMBEINTAL*, 304.
- Hernandez R, G. M. (2004). Aceites quimico-fisicos del aceite de girasol ionizado. *CENIC Ciencias Quimicas*, 4.

- Huete, A. (2013). *Evaluación experimental para la obtención de jabón base de tocador y jabon base liquido natural utilizandocomo materia prima aceite de sesamo*. Managua -Nicaragua.
- INEN. (1973). *0037 Indice de yodo*. Quito-Ecuador.
- INEN. (1973). *0042 ÍNDICE DE REFRACCIÓN*. Quito- Ecuador.
- INEN. (1973). *Acidez como ácido oleico*. Quito-Ecuador.
- INEN. (1973). *Densidad relativa*. Quito-Ecuador.
- INEN. (1973). *Determinacion de la pérdida por calentamiento*. Quito- Ecuador.
- INEN. (1973). *Índice de saponificación*. Quito-Ecuador.
- INEN. (1973). *INEN 0042 Indice de refracción*. Quito-Ecuador.
- INEN. (1982). *Acidez libre ´´ácido oleico´´*. Quito-Ecuador.
- INEN. (1982). *Alcalinidad libre (NaOH)*. Quito-Ecuador.
- INEN. (1982). *INEN 0820 Determinación de pH*. Quito- Ecuador.
- INEN. (1982). *INEN 0850 Agentes tensoactivos. Jabón líquido de tocar. Requisitos*. Quito- Ecuador.
- INEN. (1982). *INEN 819 Cloruros*. Quit-Ecuador.
- INEN. (1982). *INEN 824 Materia insaponificada e insaponificable*. Quito-Ecuador.
- INEN. (2009). NTE 2421. QUITO, ECUADOR.
- INEN. (7 de 2015). *Agentes tensoactivos jabón líquido requisitos*. Quito.
- INEN. (s.f.). *820 pH*.
- INEN. (9173). *0041 Materia Insaponificable*. Quito-Ecuador.
- Moposita, S. H. (2013). APROVECHAMIENTO DE ACEITES COMESTIBLES USADO DEL CANTNÓ GUARANDA, ELABORANDO JABONES EMPLEANDO DOS

MÉTODOS EXOTERMICOS Y ENDOTERMICO, PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL. *TALENTOS*, 7.

Normalizacion), I. (. (1982). *INEN 824*. Quito Ecuador.

ONN. (2012). *PROY-NMX-F-731-COFOCALEC-2012 SISTEMA PRODUCTO LECHE – ALIMENTOS – LÁCTEOS – CREMA Y CREMA CON GRASA VEGETAL – DENOMINACIONES, ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA*. Mexico.

Paucar, L. (2013). *Guía de práctica de tecnología de aceites y grasas*. Chimobote-Perù.

Pineda, C. &. (2011). APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS GRASOS GENERADOS EN LOS RESTAURANTES Y COMIDAS RAPIDAS DE PEREIRA. 47, 6.

Preciado, A. G. (2017). *Evaluación del aceite usado de cocina para su reutilización*. Guayaquil.

Rincon S, M. D. (2009). Análisis de las propiedades de aceite de palma en el desarrollo de su industria. *PALMAS*, 12.

Rivera. Y, G. C. (2014). Cuantificación del deterioro de aceites vegetales usados en procesos de fritura en establecimientos ubicados en el Municipio libertador del Estado de Merida. *Revista Ciencia e Ingeniería Volumen 35*, 158.

Torres, L. M. (2016). OBTENCIÓN DE JABON LIQUIDO USANDO ACEITE VEGETAL RECICLADO EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA- IQUITOS. 50. IQUITOS, PERÙ.

Villadiego M, O. Y. (2015). ESTERIFICACIÓN Y TRANSESTERIFICACIÓN DE ACEITES RESIDUALES PARA OBTENERBIODIESEL. *Luna Azul*, 29.

8 ANEXOS



ANEXO 1: DETERMINACIONES FISICOQUIMICAS EN MATERIA PRIMA Y PRODUCTO TERMINADO



A)



B)



C)



D)



E)



G)



F)

Descripción A, B y D: En la presente imagen se muestra la determinación de acidez por titulación, llegando al punto de viraje necesario.

Descripción G y C: En la presente imagen se muestra la programación del Viscosímetro utilizado para realizar las determinaciones de viscosidad.

Descripcion F y E: En la presente imagen se muestran los implementos usados para la determinacion de pH en aceites.